

高等院校计算机教材系列

# 计算机科学与技术导论

陈庆章 叶蕾 编著

为教师提供电子课件



机械工业出版社  
China Machine Press

高等院校计算机教材系列

# 计算机科学与技术导论

陈庆章 叶蕾 编著



机械工业出版社  
China Machine Press

本书从大学本科计算机科学与技术等专业对计算机及其应用的入门需要角度出发,详细地介绍了计算机基础知识、计算机组成与数据表示、计算机运算基础及其工作原理、计算机网络、计算机软件与程序设计语言、计算机操作系统、软件工程、计算机应用软件、数据库管理系统、计算机对社会的影响与作用以及计算机科学与技术专业的培养方案等知识,并涉及人工智能、计算机图形学、计算机安全、无线传感器网络以及数据仓库与数据挖掘等热点主题。每章均配有思考题与习题,以指导读者深入学习。

本书既可作为高等学校计算机相关专业“计算机科学与技术导论”课程的教材,也可作为通信、电子信息、自动化等相关专业的教材。

**版权所有,侵权必究。**

**本书法律顾问 北京市展达律师事务所**

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机科学与技术导论/陈庆章,叶蕾编著. —北京:机械工业出版社,2008.8  
(高等院校计算机教材系列)

ISBN 978-7-111-24893-4

I. 计… II. ①陈… ②叶… III. 电子计算机—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第123771号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:迟振春

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2008年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张

标准书号:ISBN 978-7-111-24893-4

定价:30.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换  
本社购书热线(010)68326294

# 前 言

五年以前，为了加强计算机科学与技术专业学生的专业教育，我们开设了“计算机科学与技术导论”这门课程，旨在让学生了解什么是计算机、什么是计算机科学、计算机的主要应用领域和研究领域，以及计算机专业开设的主要课程及其关系等。通过这门课程的教学，希望达到以下目的：学生对计算机科学与技术有一个全面的了解，激发学生学习计算机科学与技术的兴趣，对未来四年学习和研究的内容体系有基本的认识，学习方法得到初步指导。课程开设了五年，总体效果比较明显，达到了预期目的。

讲义使用了五年，却迟迟没有着手将其作为教材正式出版。原因在于：正式出版教材是神圣的事情，作者唯恐功底锤炼不够而误了更多人；尽管有很多内容是作者“爬格子”写出来的，但总体上看，毕竟是“编”书，本质上还不是“编著”书或“著”书；当然，还有信心不足，正式出版要面临众多“评头论足”，担心出现尴尬局面；最后，由于作者自己工作繁忙，以至于迟迟不能成书。

以上所说无非是要表达作者的一种思想：编写一本教材，编者所要呈现的，不仅是表面的文字描述或知识和技术细节，更希望和读者产生心灵上的交流。其实分享本身就是一种喜悦，能将知识和自己的理解与读者一起交流、一块分享，使我们深切领悟到“独乐不如众乐”的真正含义。我们期待你的掌声和鞭策。

感谢机械工业出版社编辑们的鼓励，使得该书可以如期付梓；感谢历届学生给本书提出的意见和建议，使得本书日臻完善；尤其要感谢书后所列出的参考书或网站内容的作者，他们提供了珍贵的资料，使得我们的编写有了足够源泉和营养。

愿读者快乐！企盼在读者帮助下成长。

陈庆章

2008年5月25日于杭州西湖

# 教学建议

对于每个刚踏入大学之门的学生来说，对其专业了解的渴望是每位老师都感知的，我们往往在入学环节安排专业的专业教育来满足学生这种渴望。但这是远远不够的，学生希望了解更深、更广的专业内涵。另一方面，为了给后续专业课程学习做好铺垫，一些本专业的基本知识需要尽早介绍给学生，这些介绍不仅要考虑服务于后续课程，更要考虑激发学生的学习兴趣 and 主动性，还要兼顾学习方法的指导。

基于上述考虑，“计算机科学与技术导论”课程的教学要关注以下方面。

## 1. 从激发学生学习兴趣和树立热爱专业思想的角度组织教学

本书第1章较全面地讲述计算机应用领域，其理念就是从应用入手，激发学生对计算机科学与技术的兴趣。此外，本书后面又单独放置“计算机应用”部分，列出若干研究和应用热点，以及在附录中罗列出计算机学科典型研究领域等，这些也都是为了激发学生对本专业的兴趣，并进一步确立热爱专业的思想。建议教师在教学中要多多列举相关实例说明计算机的魅力，给出尚未解决的问题，告知社会的广泛需求等。

## 2. 关照后续课程的需求，为后续课程做好铺垫

本书“计算机硬件”和“计算机软件”部分介绍计算机工作原理和系统组成的基础知识，其中大多数基础知识都有后续专门课程。教师要在全面了解后续课程实际需求的基础上，讲解最基础的内容，使得学生既对计算机科学与技术有全面了解，又对后续课程产生学习兴趣，而不是造成对后续课程的畏难情绪。也就是说，“深”的部分留给后续课程，“广”和“趣味”在本课程教授。

## 3. 让学生对整个大学阶段学习的课程间的关系有初步了解

刚进入大学的学生很想知道未来大学四年学习哪些课程，这些课程间的相互支撑关系如何等。本书介绍了计算机专业的一种培养方案，并在附录中给出了课程间的关系图。这里要注意，各个学校的专业特色不一样，我们给出的方案肯定与其他学校方案有区别。因此，要结合自身学校的培养方案进行介绍，我们也欢迎对本书给出的方案“评头论足”。此外，还可以参考教育部计算机科学与技术教学指导委员会编写的“专业规范”。总之，要使学生对整个课程体系有所了解。

## 4. 要结合自身学校的学科特点来介绍相关内容

本书撰写了计算机科学与技术若干热点主题一章，本章内容是浙江工业大学计算机学科相对较强的研究方向，教师讲授时，要根据自己的研究特长和所在学校的学科特色来组织教学，而不应受本章内容约束。

## 5. 关注学生实践意识的培养

计算机科学与技术（尤其是计算机应用技术）是实践性很强的专业，本课程又是本专业学生的第一门课程，所以教师应根据本专业课程的学习特点，有意识地培养学生在“自学”、“动手”、“注重应用”方面的习惯。由于计算机发展得相当快，所以自学能力对于计算机学习

尤为重要，掌握了自学方法，具备了自学能力，才能应对计算机日新月异的发展形势。本专业实践性强，不动手是学不会的，而一动手就会感到“原来如此”、“没有什么了不得”！这样，就会越学越轻松、越学越有兴趣。在学习计算机知识与技能的过程中，要应“用”于自己的学习、工作和生活当中，让计算机帮助我们思维、论证、决策，以提高分析问题和解决问题的能力。

#### 6. 学时分配建议

本课程建议学时数是32学时，各章分配情况如下：

章 节	授课学时	课外学时
第1章 绪论	2	
第2章 计算机组成与数据表示	4	
第3章 计算机运算基础及其工作原理	4	1（参观）
第4章 计算机网络	4	1（参观）
第5章 计算机语言及软件系统	1	
第6章 计算机操作系统	3	2（上机）
第7章 软件工程	3	2（参观或分析）
第8章 计算机应用软件	1	
第9章 数据库管理系统	4	2（上机）
第10章 计算机科学与技术若干热点主题	3	
第11章 计算机对社会的影响与作用	1	2（社会调查）
第12章 计算机科学与技术专业培养方案	1	
附录C 计算机学科典型研究领域	1	
合计	32	10

# 目 录

前言  
教学建议

## 第一部分 计算机基础

第1章 绪论	1
1.1 什么是计算机	1
1.1.1 计算机的特点	1
1.1.2 计算机的局限性	2
1.2 计算机的发展历史与基本规律	2
1.2.1 计算机的发展历史	2
1.2.2 计算机的基本规律	4
1.3 计算机与科学与工程计算	5
1.3.1 计算机与数值计算	5
1.3.2 计算机用于工程设计与科学计算	6
1.3.3 计算机辅助设计	7
1.3.4 计算机用于天气预报	8
1.3.5 计算机用于农牧业	8
1.4 计算机与过程控制	9
1.4.1 计算机用于自动控制	9
1.4.2 计算机用于监测	10
1.4.3 计算机在仪器仪表中的应用	11
1.5 计算机与信息处理	12
1.5.1 计算机用于信息管理	12
1.5.2 计算机辅助企业管理	14
1.5.3 计算机用于情报检索	16
1.5.4 计算机用于物资调运	18
1.5.5 计算机用于事务处理	19
本章小结	19
思考题与习题	20

## 第二部分 计算机硬件

第2章 计算机组成与数据表示	21
2.1 计算机的组成结构	21
2.2 计算机中的数制	23
2.2.1 数制	23

2.2.2 二进制运算	24
2.2.3 不同数制间的相互转换	24
2.3 计算机的信息存储结构	28
2.4 计算机中的数据表示	29
2.4.1 数值数据的表示	29
2.4.2 字符数据的表示	32
2.4.3 汉字的表示	34
2.4.4 图形数据的表示	38
2.4.5 声音数据的表示	39
本章小结	41
思考题与习题	41
第3章 计算机运算基础及其工作原理	45
3.1 计算机运算基础	45
3.1.1 计算机数据表示的特点	45
3.1.2 数的补码表示	46
3.1.3 补码的运算法则	47
3.2 计算机逻辑基础	48
3.2.1 逻辑代数的基本概念	49
3.2.2 逻辑表达式与逻辑函数	50
3.2.3 基本逻辑电路	51
3.2.4 逻辑电路应用实例	53
3.3 计算机的工作原理	54
3.3.1 计算机指令和指令系统	54
3.3.2 计算机程序设计	55
3.3.3 计算机程序的执行	56
本章小结	58
思考题与习题	58
第4章 计算机网络	60
4.1 计算机网络概述	60
4.1.1 计算机网络的定义	60
4.1.2 计算机网络的分类	61
4.1.3 计算机网络的发展历史	63
4.2 计算机网络的硬件组成	66
4.2.1 网络硬件设备	67
4.2.2 网络连接方式	68

4.2.3 网络传输方式 .....	69	6.4.1 UNIX发展过程 .....	118
4.3 计算机网络体系结构 .....	69	6.4.2 UNIX的特点 .....	119
4.3.1 计算机网络体系结构概述 .....	69	6.4.3 UNIX的结构 .....	119
4.3.2 OSI/RM参考模型 .....	70	6.4.4 Shell及其分类 .....	120
4.3.3 TCP/IP协议 .....	71	6.4.5 UNIX系统登录与退出 .....	121
4.4 Internet技术 .....	75	6.4.6 UNIX环境下的文件操作命令 .....	122
4.4.1 IP地址与域名系统 .....	75	6.4.7 UNIX环境下的目录操作命令 .....	124
4.4.2 Internet的发展与应用 .....	77	6.4.8 UNIX权限及其相关命令 .....	126
4.4.3 中国互联网 .....	78	6.5 Linux操作系统简介 .....	128
本章小结 .....	83	6.5.1 Linux操作系统的特点 .....	129
思考题与习题 .....	83	6.5.2 Linux操作系统的版本 .....	129
<b>第三部分 计算机软件</b>		本章小结 .....	130
第5章 计算机语言及软件系统 .....	85	思考题与习题 .....	130
5.1 软件概述 .....	85	第7章 软件工程 .....	135
5.2 程序设计语言 .....	86	7.1 软件工程概述 .....	135
5.2.1 程序设计语言的发展历史与分类 .....	86	7.1.1 软件工程的基本原理 .....	135
5.2.2 汇编语言 .....	87	7.1.2 软件工程采用的方法 .....	136
5.2.3 高级程序设计语言 .....	89	7.2 软件生命周期 .....	137
5.3 计算机语言处理系统 .....	93	7.2.1 软件定义时期 .....	137
5.3.1 语言的文法结构 .....	93	7.2.2 软件开发时期 .....	138
5.3.2 程序结构 .....	97	7.2.3 软件维护时期 .....	140
5.3.3 程序设计方法 .....	99	7.3 软件过程模型 .....	140
5.4 软件系统分类及其简介 .....	101	7.3.1 瀑布模型 .....	140
5.4.1 软件分类 .....	101	7.3.2 增量模型 .....	141
5.4.2 软件系统简介 .....	102	7.4 技术审查和复审 .....	142
本章小结 .....	103	7.4.1 进行审查和复审的必要性 .....	142
思考题与习题 .....	104	7.4.2 技术审查的标准和方法 .....	142
第6章 计算机操作系统 .....	106	本章小结 .....	143
6.1 操作系统概述 .....	106	思考题与习题 .....	143
6.1.1 操作系统的分类 .....	106	<b>第四部分 计算机应用</b>	
6.1.2 操作系统的功能 .....	106	第8章 计算机应用软件 .....	145
6.2 DOS操作系统简介 .....	110	8.1 应用软件概述 .....	145
6.3 Windows操作系统简介 .....	113	8.2 科学和工程计算类应用软件 .....	146
6.3.1 Windows操作系统的界面 .....	113	8.3 办公自动化类应用软件 .....	147
6.3.2 Windows操作系统的特点 .....	113	8.3.1 字处理软件 .....	148
6.3.3 Windows操作系统的基本操作 .....	114	8.3.2 演示文稿制作软件 .....	150
6.3.4 Windows操作系统的资源管理 .....	116	8.3.3 电子表格软件 .....	154
6.3.5 Windows操作系统上程序的运行 .....	117	本章小结 .....	157
6.4 UNIX操作系统简介 .....	118	思考题与习题 .....	157





# 第一部分 计算机基础

## 第1章 绪 论

计算机作为一门迅速发展的新兴学科，推动了人类文明的进步与社会变革，对人们的生活、学习和工作产生着巨大的影响。计算机是一门科学，也是人类改造世界的有效工具。掌握计算机知识与技能，是学习者适应社会发展的迫切需要。

本章将探讨什么是计算机、计算机是如何发展的、计算机能干什么这些问题，使初学者初步了解计算机的基本知识。

### 1.1 什么是计算机

人类社会发展的历史也是计算工具发明和创造的历史。在原始社会，人们使用绳结、垒石或枝条作为计数工具。我国在春秋战国时期有了筹算法的记载，到了唐朝出现了至今仍在使用的计算工具——算盘。欧洲于16世纪出现了对数计算尺和机械计算机。

在20世纪50年代之前，人工手算一直是主要的计算方法。算盘、对数计算尺、手摇或电动的机械计算机一直是人们使用的主要计算工具。到了20世纪40年代，一方面由于近代科学技术的发展，对计算量、计算精度、计算速度的要求不断提高，原有的计算工具已经满足不了应用的需要，另一方面，计算理论、电子学以及自动控制技术的发展，也为现代电子计算机的出现提供了可能，于是在20世纪40年代中期诞生了第一代电子计算机。

对什么是计算机这一问题，人们从不同角度提出了不同的见解。例如，“计算机是一种可以自动进行信息处理的工具”，“计算机是一种能快速而高效地自动完成信息处理的电子设备”，“计算机是一种能够高速运算、具有内部存储能力、由程序控制其操作过程的电子装置”，等等。从根本上说，计算机是一种能迅速而高效地自动完成信息处理的电子设备，其基本功能包括数学计算、逻辑比较、存储和读取操作。

#### 1.1.1 计算机的特点

计算机作为一种拥有一定“智能”的电子设备，能够按照程序对信息进行加工、处理、存储。具体来说，它具有以下特点。

##### 1. 处理信息快

世界上第一台电子计算机的运算速度是5000次/秒，目前一般微型计算机的运算速度可达每秒几千万至一亿次，巨型计算机的运算速度已经达到每秒几百亿次。计算机这么快的运算速度，使得过去需要几年甚至几十年才能完成的任务，现在只要几天、几小时甚至更短时间就能完成。

##### 2. 存储容量大

计算机的存储器可以存储大量的数据，它不仅能够存储计算结果信息，还能存储计算机在

执行过程中的中间信息，并能根据解决问题的需要随时取用。随着计算机硬件技术的飞速发展，计算机存储容量快速增长，从以前的几十KB、几百KB到现在的几十GB、几百GB甚至几千GB。

### 3. 可靠性高

由于采用了大规模和超大规模集成电路，计算机有非常高的可靠性。而且，计算机不仅用于数值计算，还可以用于数据处理、工业控制、辅助设计、办公自动化等。

### 4. 准确性高（精度高）

现在的计算机一般有十几位有效数字。随着计算机技术更深入的发展，获得更高的有效数字位数是必然的，有效数字位数越多，计算机计算的范围越大，准确性越高。例如，对圆周率的计算，数学家们经过长期艰苦的努力只算到小数点后500位，而使用计算机很快就算到小数点后200万位。

## 1.1.2 计算机的局限性

虽然计算机有着种种的优点，但作为一种科学计算工具，它还存在一定的局限。具体来说，计算机的局限性主要包括：

1) 不具备自己的思想。“您看着办吧”这样的问题，计算机无法执行。也就是说，要让计算机完成什么工作，必须由人为其编制一步不差的运行程序，错了一个符号，计算机也不能工作。现在的计算机还是一个刺激系统，发出一个正确的命令，计算机就有一个正确的反应，否则一定出错。另外，还必须给电脑“指路”，这个“指路”就是程序，就是软件。当前，随着软件技术的发展，或许路指出的比较模糊电脑也能认识并走下去，但是要实现革命性的突破，还要取决于基本理论和人工智能的突破性进展。

2) 没有很好的直觉和想象能力，根据过去经验摸索新知识的能力有限。出现这些问题都是由于计算机处理的信息必须量化，凡是不能数字量化的信息（如人类的思维、触觉、感情等）计算机都不能处理。也就是说，计算机还无法像人一样，提到大海，就想到浩瀚无边、蔚蓝、波涛汹涌等概念，从而对大海产生直接的感性认识。

3) 运算速度和存储容量还远不能满足实际需要。虽然短短的50余年仅运算速度（5000次/秒到数万亿次/秒）和存储容量（千量级到千兆量级）两项就提高了将近10~20次方的倍数，但是还远远不够。例如，国际象棋与围棋的问题。由于速度和容量的大幅度提高，兰深I型机没有战胜国际象棋冠军，而II型机战胜了国际象棋冠军卡斯波洛夫。围棋计算机尚未问世，也是因为速度和容量还远远不够，首先最根本的是容量，仅仅围棋的盘面就有 $3^{161}$ 个状态（ $19 \times 19 = 161$ 点位，黑白空），而存一个状态就要若干字节。这样，巨大的存储容量是当今计算机远远不能解决的。

## 1.2 计算机的发展历史与基本规律

计算机作为迄今为止唯一可以称之为“智能”的机器，是现代科技文明创造的一项奇迹，更是几千年来人类智慧与力量的结晶。

### 1.2.1 计算机的发展历史

计算机的发展史可以追溯到古代的中国，除了四大发明外，中国人还创造了世界上第一台机械计算机——算盘；接下来是欧洲，在公元1623年，图根大学教授设计并建造了一台自

动实现加减乘除四种算术运算的计算机，它是由机械零件构成的。在此后的机械式计算机设计的浪潮中，涌现出许多机械式计算机设计的先驱，他们伟大的创造和发明为电子计算机的出现奠定了坚实的基础。

早期的计算机都是基于机械运行方式，还没有进入计算机的逻辑运算领域。随着电子技术的飞速发展，计算机开始了由机械向电子时代的过渡，电子元件逐渐取代了机械零件，成为计算机的主体。从1939年第二次世界大战开始，出于军事目的，各国政府开始投资研制和建造高性能的计算机，因此大大促进了计算机技术的发展。1946年出现了第一台真正意义上的数字电子计算机，取名为ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)，意为“电子数值积分和计算机”，其负责人是莫奇里 (John W. Mauchly) 和艾克特 (J. Presper Eckert)，ENIAC主要用于计算弹道和氢弹的研制。同时，冯·诺伊曼提出了存储程序的概念。不过，在战争期间建造的计算机都是政府和军事机构的财产。第一台商用计算机系统UNIVAC-1 (设计者为J. Presper Eckert 和John Mauchly) 诞生于1951年，它被美国人口普查部门用于人口普查，这标志着计算机的应用进入了一个新的、商业应用的年代。

尽管计算机给人们带来很大的便利，但离人们的要求仍差很远，而且各行业对计算机也产生了较大的需求，生产功能更强、更轻便、更便宜的计算机成了当务之急。为了满足此种需求，人们开始研究和制造微处理器。计算机技术经过多年的积累，终于驶上了用硅铺就的高速公路，朝着满足大众需要、减轻人们工作负担的方向发展。计算机科学家使用“计算机时代”来描述第二次世界大战后计算机技术的发展。根据计算机主机所使用的主要元件，可以把近代计算机的发展划分为如下五代：

1) 1946年到1957年间设计的计算机一般称为第一代计算机。在此期间，计算机元器件大都采用电子管，而且计算机体积大、速度慢，以机器提供的原始指令编制程序，主要用于科学计算。如图1-1所示。

2) 1957年到1964年间设计的计算机一般称为第二代计算机。在此期间，大量采用了晶体管和印刷电路，计算机体积不断缩小，功能不断增强，可以运行汇编语言和高级语言 (FORTRAN、ALGOL、COBOL)，并且出现大量应用软件。早期晶体管装置如图1-2所示。



图1-1 第一代计算机



图1-2 早期晶体管

3) 1964年到1972年间设计的计算机一般称为第三代计算机。在此期间，大量使用中小规模集成电路，系统的管理程序已上升到操作系统，典型的机型是IBM 360系列，如图1-3所示。

4) 1972年至今的计算机习惯上称为第四代计算机。第四代计算机基于大规模集成电路及后来的超大规模集成电路，功能更强，体积更小，应用领域向纵深发展，使用面日益广泛。它发展的另一个方向是高速计算机网络，以实现计算机之间的通信和数据共享。最初的第四代计算机如图1-4所示。



图1-3 IBM 360系列计算机

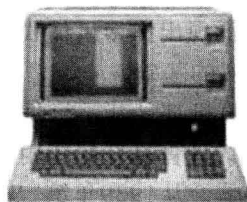


图1-4 第四代计算机

5) 第五代计算机是一种更接近人的人工智能计算机,设计者希望它能理解人的语言、文字和图形,还能“思考”,人无需编写程序,靠讲话就能对计算机下达命令,驱使它工作。它出现在1975年,真正开始于20世纪90年代。

总之,未来的计算机将向巨型化、微型化、网络化、智能化和多媒体方向发展,而且必将对人类社会的发展产生更加深远的影响。目前使用最广泛的计算机全套配置如图1-5所示。

随着大规模集成电路和微处理器技术的进步,计算机已经在各行各业以及家庭中得到全面应用,同时也涌现了一大批信息时代的弄潮儿,如乔布斯、比尔·盖茨等,至今他们对计算机产业的发展还起着举足轻重的作用。另外,互联网技术、多媒体技术也得到了空前的发展,计算机真正开始改变人们的生活。

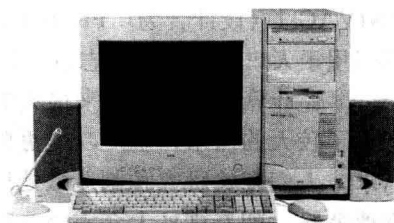


图1-5 计算机全套配置

## 1.2.2 计算机的基本规律

计算机作为人类智慧的结晶,其发展符合自然科学发展的基本规律。具体来说,计算机遵循的基本规律主要包括以下几方面:

1) 作为计算工具与通信工具,PC的发展必然会受到三个物理学原理的限制,它们是:薛定谔的量子理论(Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger, 1887—1961)、麦克斯韦的电磁理论和爱因斯坦的相对论。这三个物理学原理定义了计算机软硬件发展的速度、性能的极限,物理学是计算机发展的基础。

2) 除了上述三条物理学的金科玉律外,还有两个指导PC发展途径的应用规则,它们是:定义PC硬件发展的“摩尔定律”(Moore's Law)和“贝尔定律”(Bell's Law)。其中,前者断言微处理器的速度会每18个月提升一倍,而后者则认为如果保持计算能力不变,微处理器的价格和体积每18个月缩减一倍。在量子计算、DNA计算方式普及以前,互为补充的这两大定律将依然有效。高端企业将获利于越来越快的计算速度,而基层用户也将得益于越来越低廉的计算成本。当然,我们也不能排除纳米技术和生物技术的重大突破可能对PC的未来演变产生巨大的、难以估量的影响。

3) 定义个人电脑通信(Personal Computer Communication)带宽及内容的“吉尔德定律”(Gilder's Law)和“麦特卡尔夫定律”(Metcalfe's Law)。其中,前者认为在未来的25年内,主干网的宽带将每6个月增加一倍。光纤技术的进一步发展将带动宽带通信的快速普及,当然,宽带真正的应用也有所谓“最后一公里”的问题,还需假以时日。麦特卡尔夫则认为网络的

价值同网络用户数量的平方成正比，即 $N$ 个联结能够创造 $N^2$ 的效益，这一说法肯定了网络经济的潜在价值。

4) 定义PC思维中枢发展前景的“比尔·盖茨定律”。比尔·盖茨坚信软件的发展不存在所谓“极限”，其发展速度只会受到人的智力、想象力和创造力的制约。

随着人类文明的不断进步，计算机的应用已经渗透到人类社会的各个领域，如科学计算、企业管理、交通运输、教育卫生、通信以及文化娱乐等，而且其应用范围还在不断扩大。

计算机的应用领域大体上可以分为以下三类：

- 第一类是科学工程计算。这方面的计算一般都与数值计算有关，计算量很大，对计算结果的精度要求也较高，一般利用高级程序设计语言来实现。
- 第二类是过程控制。就是将计算机用于生产过程控制，包括生产现场数据采集、传输和处理，执行机构的控制等。这里计算机的响应速度和人一机通信是很重要的。
- 第三类是信息处理。计算机在这里用作文件的处理系统，其处理的对象是数值的或非数值的数据，大量的管理信息系统软件都属于此类应用。

在计算机出现的初期，主要局限于科学计算和军事方面的应用，而在工业、商业及其他领域上的应用则很少。但随着计算机技术的不断发展和普及，计算机在进入第二代、第三代以后，其可靠性大大提高了，质量和速度都有了很大增加，使用也更加方便。特别是计算机软件的发展，各类程序设计语言和操作系统的出现，都使得计算机变成人们朝夕与共的伙伴。

### 1.3 计算机与科学工程计算

在电子计算机出现之前，一般是把描述科学技术与工程问题的超越方程或数理微分方程，用计算数学提出的方法变为一系列代数的数值解。但是，由于使用的计算工具（手摇计算器）运算速度很慢，一些复杂的科学与工程问题的计算量很大，因而无法在短时间内得到精确解，以致失去了它的实用价值。应用电子计算机对科学、工程问题进行计算，速度快，精度高，并可在短时间内按多种参数进行计算得出不同的方案供科技人员选择，节省了大量的人力、物力与时间。数值计算一直是计算机应用的一个重要方面。

#### 1.3.1 计算机与数值计算

利用计算机对一个科学和工程问题进行数值计算，通常要经历以下步骤：

- 1) 分析实际问题，建立物理模型。
- 2) 对物理模型进行数学描述、建立起数学模型。工程技术人员利用本专业知识与有关数学知识来建立数学模型，这种数学模型就是描述相应实际问题的数理方程或超越方程。
- 3) 用计算数学提供的方法（计算方法）把用方程描述的数学模型离散化，使它变成计算机能处理的计算步骤和算法。
- 4) 编制程序或调用能解决这一数值问题的应用程序包，填入相应的参数、初始条件、边界及其他约束条件。
- 5) 由计算机进行计算。
- 6) 分析与检验计算结果。

根据科学计算的需要，发展了一些面向科学计算的高级算法语言（如FORTRAN语言），从而为编制科学计算程序提供了方便。

用计算机进行科学计算时，经常采用“迭代法”。这是一种逐步逼近的方法，从初始值

(称为边界条件)出发,每次都以同一格式反复计算并求得近似值,这些近似值逐步逼近“精确解”。用迭代法进行计算,每次计算所涉及的算法通常比较简单。一般来说,要求用于科学与工程计算的计算机运算速度快、内存容量大。大型和中型计算机比较适合进行科学与工程问题的计算。

初始数据输入量大或计算过程较为冗长是科学计算的特点。计算机的计算效率很大程度上由计算方法所决定。对一个问题,计算方法不同,计算机解决问题所花费的时间往往也不同。一个好的计算方法往往会提高几倍、几十倍甚至几百倍计算效率。例如,在地震、光谱、频谱等分析中,采用傅里叶变换的数值计算很冗长,即便是在大型电子计算机上运算,花费的时间也会达到难以接受的地步。但是,从计算方法上改进,提出了快速傅里叶算法后,计算效率就提高了几百倍,使一些以前只能用大型计算机才能解决的问题,用中小型机器得到了解决。由此可见,计算方法对计算机在科学计算上的应用关系重大。如何在保证一定精确度的基础上,用更短的计算时间来解决问题一直是计算数学的研究对象。由于计算机的应用需要,计算数学成为数学领域中很活跃的一个分支。

### 1.3.2 计算机用于工程设计与科学计算

一个好的工程设计需要比较很多方案,从中选择较优设计方案。但是,使用电子计算机之前,复杂的工程数学模型很难用手工方式求解。手工运算不可能把各种影响因素都考虑进去,即使几十个人花上几个月的时间,也难以求出满意的答案。设计时,首先由人工估算,提出一个实施方案,再进行实际设计,试生产,然后再用二次设计来改进。这样,一个较佳的设计要反复几次、耗费很多时间才能找到。现在,使用电子计算机,只要花上几十分钟或几个小时就能算出几十种甚至上百种方案,并能把最佳方案自动挑选出来。采用电子计算机能够迅速地确定桥梁的最佳结构,机翼、喷气发动机等机械部件的最佳形状,大型电站、电子管、光学镜头的最优设计等,计算机已成为工程设计与工程计算的有力工具。

铁路大桥的设计计算非常复杂。过去,我国设计某座大桥时,仅钢梁的主应力计算,就用了20个人花五个多月时间,才算出一个方案来。而采用计算机计算,一个方案只用30分钟。

在某一建筑工程设计上,计算一座17层的高层建筑框架结构,仅是粗略的手工计算,也需要一个月时间。但用一台中型计算机进行更为精确的计算,却只需20分钟。

在船舶设计方面也大量使用计算机。例如,放样是建造船舶的第一道工序,它要把每条船的成千上万个不同部件,按图纸进行放大,再把放大的实样在钢板上裁剪。人们可以用计算机放样,这样可以画出各种精度很高的几何曲线,还可用计算机控制的汽切割机直接切割钢板。使用计算机后,每加工一艘万吨轮船,能节省几万个工时,缩短放样周期一个多月,还大大减轻了劳动强度,因而节约了大量的资金。

飞机机翼的设计也是一个非常复杂的过程。设计人员要根据实际应用的要求,利用空气动力学原理确定机翼形状。而从空气动力学的角度看,用数学方法来描述一个完美的机翼是很复杂的,很难用手工或借助于一般计算器的计算来解决。若用电子计算机进行计算,在很短时间内就能按给定的初始参数计算出结果,并且可以通过改变不同的初始参数,不断地修改数学模型,得到不同的设计方案。计算机可从众多的设计方案中选择较佳的一种,确定机翼的精确设计尺寸。当方案确定之后,在计算机的指导下,切割机可以按照相应的尺寸设计精确地对金属进行切割,生成机翼的各个组成部分,最终生产出机翼成品。如图1-6所示。

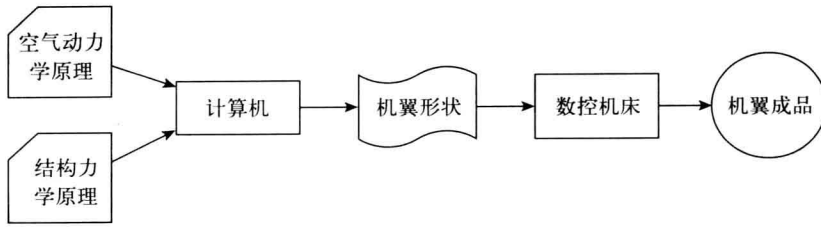


图1-6 利用计算机进行机翼设计的过程示意图

正如工程设计是建立在工程计算基础上一样，现代科学理论的建立也是与科学计算息息相关的。从基本核子模型到高分子结构，从微观世界到宏观的宇宙，从材料的内部性质到材料的外部物理特性，从分子生物学到遗传工程……这些理论的建立，都是在大量实验数据的基础上推导出来的。科学家们对大量实验数据进行整理、计算与分析，从感性认识升华到理性认识，然后又到实现中去验证，才有可能建立科学理论。大量的科学计算是科学研究的必要手段，是科学理论建立的基础。在电子计算机出现之前，计算工作落后，大量的实验数据与观察数据无法整理，正是由于电子计算机的出现，为科学研究提供了有力的实验工具与计算工具，大大缩短了科学研究的周期，促进了科学技术的蓬勃发展。

### 1.3.3 计算机辅助设计

计算机辅助设计就是使用计算机来代替人工，自动地完成许多繁重的设计工作，如数据的整理、计算、画图等采用计算机辅助设计，可以缩短设计周期，减轻设计人员的劳动强度，提高设计的质量。

一个计算机辅助设计系统（简称为CAD系统），是一个以计算机为核心的、配备有必要的输入/输出设备和辅助设计的应用程序的系统。经常用到的输入/输出设备有控制台打字机、显示装置、光笔、各种自动绘图仪等。工程设计工作都要经过画成图纸、资料分类存档，按技术要求进行工艺设计几个过程。有了CAD系统，设计人员只要使用计算机辅助设计应用程序包与有关的计算机语言，就可以通过人机对话及利用光笔等工具，在显示屏幕上画出设计图形，并可以对图形进行修改，直到得到满意的设计结果为止。此外，计算机还可以缩小或放大设计的图形，可以显示某一局部，甚至可把图形旋转到任意角度，以便让设计人员和工程师从不同的侧面观察未来工程的实体。

目前，工业上的很多领域，如汽车设计、建筑设计、机械设计、大规模集成电路制板设计等，都采用计算机辅助设计。例如，越来越多的现代建筑，只有使用人机对话辅助设计系统，才会使设计工作顺利进行。

再如，大规模集成电路的版图设计是一项繁琐而细致的工作，像对4~8KB的只读存储器进行设计，原来用人工设计布图，一个较为熟练的人员画一个品种也需要一两个月的时间。现在，在计算机板图辅助设计系统的协助下，只要花费一两天时间就可以了。计算机辅助设计系统把版图的资料、图形作为数据存放在磁盘中，用户能够随时用人机对话调用、修改、拼凑出新的电路布图方案。有了辅助设计系统，设计新品种的时间可大大缩短，加速了新品种的投产。

此外，在资源勘测与统计中，常常涉及大量的地图图片处理工作。例如，统计某一地区的耕地和森林面积，计算一个水库的容量，测量河流的总长度，估算某处地下水资源的总储



量等，以往仅能用方格法或机械求积仪等工具从图片上近似求得，然后按一定的比例尺放大算出。这样不仅要耗费很多时间，而且计算误差很大。如果采用“计算机地图图片自动量算系统”，就能使问题得到迅速、精确的解决。

#### 1.3.4 计算机用于天气预报

以往的天气预报是把分布在各地的气象台、气象站测得的温度、湿度、气压、风向、风速等有关资料，汇总起来，绘制气象图，然后参考有关的资料、经验，经过综合分析来进行的。天气预报在很大程度上依赖预报人员的经验以及以往资料的积累，所以准确性差。

准确的天气预报需要采用“数值预报”。但是，对天气进行数值计算比对星球运动轨道的计算要复杂得多，它涉及高阶非线性偏微分方程组的求解问题，计算量非常大。如果靠近似解，则失去预报的意义。

现在，电子计算机的使用使天气的“数值预报”成为可能。计算机的运算速度很快，只需几分钟就能算出较精确解，用它来预报天气才有实际意义。同时，若把各地气象站以及气象卫星发送来的各种测量参数与资料，直接送入气象通信的计算机网络系统，计算机网络系统就会根据这些数据、网络数据库中的“预报经验”以及预报方程的处理方法进行精确的计算，未来的天气形势就可用“数据”或图形的形式输出给用户，如图1-7所示。

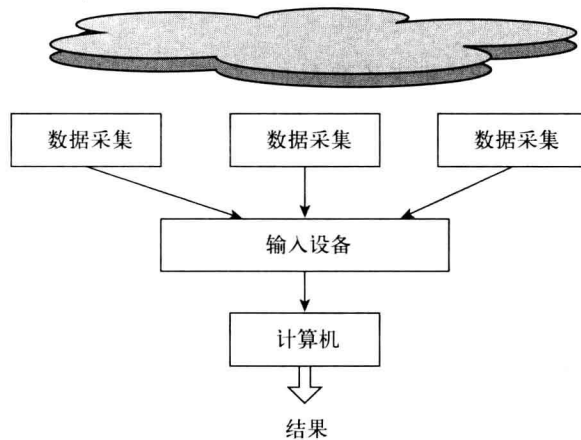


图1-7 用计算机预测天气

#### 1.3.5 计算机用于农牧业

计算机在农牧方面也大显身手。国外许多良种培育过程的数据分析及相关因子的查找，都是利用计算机来进行的。我国在农牧方面也开始应用计算机。

我国有关机构已开始系统地研究我国的水稻、小麦品种资源，利用微型计算机系统建立了水稻、小麦数据库，为培育新品种提供检索服务。农科院有关研究部门研制了主要作物产量与气象条件之间关系的数学模型，用计算机对它进行数值计算，得到全国冬小麦的产量预报。此外，还研究了大棚黄瓜产量与光、热的关系，得出黄瓜产量的限制因子。有的地方还用计算机进行施肥生产函数的计算，实行经济合理的施肥。畜牧所还利用计算机解决畜禽饲料标准与最低成本的线性规划问题，在短时间内制定了多种最佳混合饲料配方。

怎样才能准确预报病虫害？它与温度、湿度、水温、种子等的关系如何？怎样进行定